

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**UTILIZAÇÃO DE PROCESSADOR DE GRÃOS  
EM SILAGEM DE MILHO ARMAZENADA POR  
DOIS PERÍODOS**

**Faruk da Silveira Feres**

Jaboticabal - SP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**UTILIZAÇÃO DE PROCESSADOR DE GRÃOS EM SILAGEM DE  
MILHO ARMAZENADA POR DOIS PERÍODOS**

**Faruk da Silveira Feres**

**Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis**

Trabalho de Conclusão de Curso (Iniciação Científica) apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para graduação em Zootecnia.

Jaboticabal - SP  
2º semestre/2021

F349u	<p>Feres, Faruk da Silveira</p> <p>Utilização de processador de grãos em silagem de milho armazenada por dois períodos / Faruk da Silveira Feres. -- Jaboticabal, 2021</p> <p>59 f. : tabs.</p> <p>Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal</p> <p>Orientador: Ricardo Andrade Reis</p> <p>Coorientador: Luis Gustavo Rossi</p> <p>1. Nutrição Animal. 2. Silagem. 3. Milho. I. Título.</p>
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CÂMPUS DE JABOTICABAL

Zootecnia

DEPARTAMENTO:

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO : Utilização de processador de grãos em silagem de milho armazenada por dois períodos

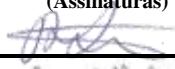

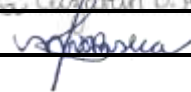
ACADÊMICO: Faruk da Silveira Feres

CURSO:Zootecnia

ORIENTADOR (ES): Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis

Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

### BANCA EXAMINADORA:

	(Nomes)	(Assinaturas)
<b>Presidente</b>	<b>Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis</b>	
<b>Membro</b>	<b>Ma. Marina Elizabeth Barbosa Andrade</b>	
<b>Membro</b>	<b>Ma. Natalia Vilas Boas Fonseca</b>	

Jaboticabal 13 / 09 / 2021

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 13 09/ 2021/



Prof. Dr. José Mauricio Barbanti Duarte  
Chefe do Departamento de Zootecnia  
Matrícula n. 422332-9

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

FARUK DA SILVEIRA FERES, filho de Márcia Aparecida da Silveira Feres e Faruk Feres, nascido em São José do Rio Preto, estado de São Paulo, em 8 de dezembro de 1994. Coursou o fundamental e o ensino médio no Colégio Santo André, em São José do Rio Preto

No começo do ano de 2013, iniciou no curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de São Paulo, (UNESP), Júlio de Mesquita Filho – Campus de Jaboticabal.

Um dia a gente chega  
E no outro vai embora  
Cada um de nós compõe a sua história  
Cada ser em si carrega o dom de ser capaz  
E ser feliz

## **AGRADECIMENTOS**

Queria agradecer primeiramente a Deus por ter me dado força e saúde para estar aqui completando mais uma etapa importante da minha vida, agradecer aos meus familiares, meus pais, amigos, e a minha avó uma pessoa muito guerreira que sempre esteve ao meu lado e passou e ainda passa por um problema grave de saúde mais sempre esteve me dando força para completar essa etapa. Agradecer a minha namorada que sempre me apoiou, auxiliou e me incentivou e sempre esteve ao meu lado em toda graduação.

Agradecer aos meus professores de graduação que me ensinaram grandes lições não somente no âmbito acadêmico, mais aprendizado para a vida toda. De especial queria agradecer o meu orientador Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis, e aos meus coorientadores Luis Gustavo Rossi e Matheus Mello Silva, agradecer também a Marina Elizabeth Barbosa Andrade por me auxiliar também neste trabalho, muito obrigado a todos pelos toques, ensinamentos, auxílios e por sempre estarem disponíveis a me ajudar ao longo de todo esse trabalho.

Agradeço também aos componentes da minha banca, pelo tempo dedicado e estarem disponíveis para me auxiliar e estarem presentes nesta etapa tão importante em minha vida.

Não poderia deixar de agradecer a todas as pessoas que estiveram ao meu lado e fizeram eu nunca desistir desse sonho que se completa hoje, o sonho de ser um Zootecnista, agradecer desde os funcionários desta Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, UNESP – Jaboticabal e aos meus companheiros de formação e estágio no setor de Forragicultura, Grupo UNESPFOR.

Enfim sou muito grato por todos, pelos conselhos, ensinamentos e até mesmo os puxões de orelha, que sempre foram usados como ensinamento, sempre visando me tornar um profissional melhor.



## Sumário

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>HIPÓTESE</b>	<b>12</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>12</b>
<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>13</b>
<b>SILAGEM DE MILHO</b> .....	<b>13</b>
CARACTERÍSTICAS DO GRÃO DE MILHO.....	15
PROCESSAMENTO DOS GRÃOS.....	16
TEMPO DE ARMAZENAMENTO.....	19
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>23</b>
TRATAMENTOS E PROCESSO DE ENSILAGEM.....	23
DETERMINAÇÃO DAS PERDAS FERMENTATIVAS E ESTABILIDADE AERÓBIA .....	24
ANÁLISES QUÍMICAS .....	24
DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	26
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>27</b>
<b>CONCLUSÃO</b>	<b>43</b>
<b>RESUMO</b>	<b>44</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>46</b>

## INTRODUÇÃO

O uso da silagem é bem difundido para a alimentação de animais ruminantes, principalmente em épocas de maior escassez de pasto. A técnica da ensilagem busca conservar forragem com seu máximo valor nutricional, com menor nível de perdas, entretanto, é reconhecido que o valor nutritivo de silagens é menor do que aquele da cultura de origem (McDonald et al., 1991; Pahlow et al., 2003).

O Milho destaca-se como a principal forrageira tropical de alto potencial para a ensilagem, devido aos teores de carboidratos solúveis adequados, baixo poder tampão e teor de matéria seca adequados que permitem fermentação láctica, baixas perdas de matéria seca e altamente palatabilidade (McDonald et al., 1991; Oliveira, 2007).

Em senso geral a estabilidade é atingida por volta de 3 semanas, após a ensilagem, no entanto existem evidências de que mudanças na composição química e microbiológica de silagem ocorrem por muito mais tempo (Hoffman et al., 2011; der Bedrosian; Nestor; Kung, 2012; Young et al., 2012; Kung et al. 2014). Kung (2013) relata que a digestibilidade da matéria seca (MS) de silagens aumenta acentuadamente com o tempo de armazenamento, ocasionada por meio de mecanismos de hidrólise naturais que ocorrem no silo, aumentando a digestibilidade do amido.

Embora o pH da silagem reduza rapidamente e se estabilize por volta de três a sete dias após a ensilagem, períodos entre 21 e 30 dias tem se mostrado adequados para fermentação (Kung, 2013).O ciclo fermentativo de uma boa

silagem de milho ou sorgo se completa em 21 dias, após esse período os principais processos fermentativos já ocorreram e a silagem já se encontra em fase de “estabilização”(Souza et al.,2018).Dessa forma, estudos de Bolsen et al.,(1992) mostraram que a fermentação prossegue além dos 3 a 7 dias, com aumentos significativos nos teores de ácidos láctico, etanol e nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) entre 7 e 120 dias após a colheita.

O processo de ensilagem convive concomitantemente com perdas de nutrientes através, principalmente da produção de efluentes e gases intermediada por microrganismos indesejáveis que consomem carboidratos solúveis (Oliveira et al., 2010). Segundo McDonald et al. (1991) o efluente da silagem tem em sua composição grandes quantidades de compostos orgânicos como proteínas, ácidos, açúcares, minerais entre outros.

Para se obter uma silagem de alta qualidade fermentativa e com alto valor nutricional, deve-se levarem consideração desde o cultivar a ser utilizado, grau de maturação da planta no momento da colheita e maquinários a serem envolvidos no processo de ensilagem. Em relação às colhedoras, muitas delas possuem um sistema ajustável de processamento de grãos, que permite quebrar o grão e, possivelmente aumentar a digestibilidade do amido, elevando assim a qualidade fermentativa e nutricional da silagem.

## **HIPÓTESE**

A hipótese deste trabalho, é que o processamento dos grãos associado ao prolongamento do tempo de armazenamento altera a composição química, digestibilidade *in vitro*, perdas fermentativas e a estabilidade aeróbia das silagens.

## **OBJETIVOS**

Avaliar o efeito da interação entre o processamento dos grãos e o tempo de armazenamento sobre o perfil fermentativo, composição química, digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro, perdas fermentativas nas silagens de milho.

## REVISÃO DE LITERATURA

### Silagem de milho

A silagem de milho destaca-se mundialmente como o volumoso mais utilizado em confinamentos e semiconfinamentos, em virtude de sua elevada produtividade por área, facilidade de fermentação, conteúdo energético por quilograma de matéria seca, combinada a alta palatabilidade e desempenho animal (Oliveira et al., 2007; Junges et al., 2015; Melo et al., 2019)

A grande utilização do milho como silagem é o fato de sua composição bromatológica preencher os requisitos para confecção de silagens de alto valor nutritivo, com teor de matéria seca (MS) entre 30% e 35%, o mínimo de 3% de carboidratos solúveis na matéria original, o baixo poder tampão e por proporcionar uma fermentação microbiana que resulte na produção de ácido láctico (Nussio et al., 2001).

Prever em quantos dias a cultura do milho atinge o valor nutricional ideal para ensilagem é difícil, pois esta condição pode ser obtida por volta de 120 dias após plantio havendo uma variação de até 10 dias, mas uma forma eficiente está na avaliação da consistência dos grãos. No caso do milho, o corte deve ser feito quando os grãos estiverem no estágio fenológico entre o farináceo a duro, ao serem pressionados com os dedos, esfarinham-se em vez de se transformarem em pasta aquosa como ocorre no ponto de pamonha ou leitoso (Neumann, 2003).

Quando avaliamos silagens de milho de alto valor nutritivo, esta deve apresentar aspectos nutricionais considerados ideais, como de 6 a 8% de proteína bruta (PB), de 45 a 60% de fibra em detergente neutro (FDN) e de 65 a

75% nutrientes digestíveis totais (NDT) (Nussio et al., 1998; Mello, 2002; Vilela, 2005) e valores de pH entre 3,5 e 4,2 (Guim et al., 2004).

Durante a maturação da planta de milho, os açúcares nos grãos são convertidos em amido e o conteúdo de MS aumenta (Allen et al., 2003). Com base nisso, a maturação tardia na colheita foi sugerida como uma ferramenta de gestão para aumentar os rendimentos de MS e amido por hectare (Owens e Basalan, 2012). Porém a colheita da planta de milho em maturação avançada pode prejudicar a digestibilidade da silagem (Ferraretto e Shaver, 2013), principalmente a porção de FDN (Arriola et al., 2017).

Outro fator relacionado à colheita tardia é a baixa utilização da fração de amido presente no grão pelo animal, este fato relaciona-se ao aumento na proporção de endosperma vítreo no núcleo da semente de milho (Correa et al., 2002) e, correspondentemente, pode causar uma limitação da porcentagem de grãos quebrados durante o processamento da planta inteira (Ferraretto et al., 2018).

Segundo Nussio (1997) a silagem de milho é um volumoso que apesar de exigir maiores investimentos quando comparado com outras culturas forrageiras, promove melhor resposta no ganho de peso e na produção de leite quando fornecido a bovinos.

Apesar da silagem de milho ser amplamente difundida e estudada, ainda existem conceitos distorcidos que são aplicados na escolha dos cultivares, aos tratos culturais, e durante a ensilagem, onde a qualidade do produto não é priorizada (Nussio et al., 2001).

### ***Características do grão de milho***

Os grãos de milho podem ser classificados em dois tipos, sendo eles os do tipo Flint chamados de duros ou os dentados. O tipo Flint ou duro possui uma matriz protéica (zeína) que protege os grânulos de amido ao ataque de enzimas diminuindo assim a degradação do amido, além disso, possuem adaptação adequada ao ambiente tropical e tolerância a seca, pragas e doenças (Correa et al, 2002). Por outro lado, os milhos dentados possuem amido considerado mole e poroso e com baixa densidade (Correa et al., 2002), não possuem elevadas proporções da camada protetora de proteína presente nos do tipo Flint e assim apresentam maior digestibilidade do amido.

No mundo, países grandes produtores de milho são de clima temperado e cultivam o tipo dentado, já no Brasil os principais híbridos de milho utilizados para a produção de silagens são do tipo Flint, (Cruz & Pereira Filho, 2015; Millen et al., 2009; Bernardes et al., 2012). Isso demonstra que os híbridos brasileiros são selecionados por apresentarem tolerância aos fatores ambientais e maior durabilidade ou tempo de armazenamento e não pela disponibilidade de energia do grão (Cruz et al., 2015).

De maneira geral, sabe-se que com o avanço do estágio de maturidade da planta de milho, resulta em maior vitreosidade do grão causando redução na digestibilidade do amido (Correa et al., 2002; Szasz et al., 2007; Windle et al., 2014). Azevedo (2016) observou que o aumento da participação do endosperma vítreo no grão correlaciona-se negativamente com a digestibilidade do amido, devido à baixa degradação ruminal deste tipo de endosperma.

Além disso, observa-se maior complexidade da interação entre a matriz proteica (zeínas hidrofóbicas classificadas como prolamina) e os grânulos de amido em plantas com maior teor de MS, comparado com àquelas colhidas com maior umidade e, conseqüentemente menor teor de MS (Hoffman et al., 2011). A matriz proteica associada ao amido presente no milho foi definida anteriormente como um impedimento físico-químico para a digestão do próprio amido em ruminantes (Owens, Zinn, e Kim, 1986). Devido o amido e a fibra em detergente neutro (FDN) serem os principais nutrientes da silagem de milho, e considerando que ocorre aumento na digestibilidade do amido durante o processo de ensilagem (Daniel Junges e Nussio, 2014). Assim, o teor de amido e a digestibilidade da FDN parecem ser mais relevantes do que a vitreosidade do grão entre as características nutricionais para a seleção de híbridos de milho para produção de silagem (Carvalho e Carbonare, 2017).

### ***Processamento dos grãos***

O processamento mecânico da forragem pode alterar sua fermentação, dependendo da extensão dos danos no tecido vegetal (Woolford, 1984; Schurig e Rodel, 1993; Straub et al., 1996; Bal et al., 1997; Aguiar et al., 2001). O objetivo do processamento visa melhorar a qualidade da forragem por meio do tratamento mecânico do grão ou da porção fibrosa, realizado principalmente pelo esmagamento dos grãos ou cortes mais altos em relação ao nível do solo para diminuir a colheita da fração vegetativa da planta (Factori et al., 2014). Segundo Factori et al. (2008) o processamento do material por meio do esmagamento do grão antes da ensilagem, melhora a degradabilidade ruminal da silagem de milho por aumentar o seu aproveitamento proporcionando maior aporte de nutrientes



aos microrganismos ruminais. Promovendo assim a facilitação da fermentação ruminal, principalmente do amido, ocorrendo devido à maior exposição dos seus grânulos, pela ruptura do pericarpo, além de formar fissuras expandindo o grânulo e a porção fibra devido ao cisalhamento (Beauchemin et al., 1994).

Deve-se destacar que apesar da necessidade e dos benefícios do processamento mecânico, estes procedimentos geram incremento de 7 a 15% no gasto energético da ensiladora, além da redução de capacidade de trabalho de até 28% (Schurig e Rodel, 1993; Roberge et al. 1998). Bernardes (2012) em levantamento sobre as práticas de ensilagem expôs como principais entraves à produção de silagem processada, a falta de equipamentos e planejamento para as etapas de colheita, transporte e compactação da forragem, além da manutenção inadequada dos equipamentos.

Fator importante relacionado ao processamento da forragem é a redução do tamanho médio de partícula, de acordo com (McDonald et al.,1991) o tamanho de partícula inferior à faixa de 20-30 mm pode favorecer a disponibilidade de carboidratos solúveis e, conseqüentemente, estimular o crescimento das bactérias lácticas. Quando avaliado Schurig e Rodel (1993) e Roberge et al. (1998) avaliaram o tamanho de partícula resultante do processamento mecânico e constataram que estes causam redução no tamanho médio de partícula (TMP) de no mínimo 15% e máximo de 30%, quando comparada à forragem não processada. Tal redução no TMP pode ser favorável ao processo de fermentação por facilitar a compactação da massa ensilada, principalmente quando a forragem é colhida com alto teor de matéria seca (Factori, 2011). No entanto, a redução do tamanho de partícula da forragem,

associada ao maior grau de compactação, pode contribuir para aumentar as perdas por efluente em forragens com teores de matéria seca abaixo do recomendado (Loures, 2000; Nussio et al. 2002).

Neumann et al. (2007) recomendaram a colheita planta de milho com tamanho de partícula entre 2 e 6mm devido à consequente redução nas perdas após a abertura do silo, sendo estas principalmente nutricionais. Harrison et al. (1997) concluíram que o processamento de silagens em estádios de colheita mais avançados teria maiores efeitos quanto a fração FDN em termos de aproveitamento, uma vez que ela está mais presente, porém em grande maioria das vezes complexadas com lignina e conseqüentemente com menor digestibilidade. Zobell et al. (2004) fazendo uso do processamento de grãos e este promovendo a diminuição do tamanho de partícula nas plantas inteiras de milho com teores de MS ao redor de 30% verificaram que a digestibilidade da FDN foi maior com o uso do processamento (65% em comparação às não processadas, 63%). Quando observado a fração amido, Factori et al. (2008) concluíram que em relação a degradação do mesmo, o uso do processamento aumentou em até 14% estes valores, principalmente nos híbridos de textura dura, no estágio de início de maturação fisiológica. Dhiman et al. (2000) utilizando o processamento em silagens, observaram em estádios de colheita mais avançados (40% de MS), menor excreção de amido nas fezes de vacas da raça holandesa em lactação, principalmente pela sua maior disponibilidade em virtude do processamento.

O alto consumo associado ao incremento de carboidratos à dieta dos ruminantes alimentados com silagem de milho contribui para o aumento dos

níveis de produção. Neste cenário, deve-se ressaltar que o aproveitamento, principalmente do amido, é dependente dos métodos de processamento utilizados na forragem, espécie e categoria animal a ser alimentada. A utilização do processamento das dietas de bovinos adultos deve sofrer tratamento mínimo para evitar que quantidade excessiva de grãos não digeridos seja eliminada nas fezes (Beauchemin et al., 1994).

Marafon et al. (2015) analisando o efeito do processador de grãos na confecção das silagens avaliando apenas conversão alimentar (CA) está apresentou significância estatística ( $P < 0,05$ ) nos valores encontrados de 6,06 e 6,77 respectivamente nos tratamentos com e sem o uso do processador de grãos no momento da colheita da silagem. Os autores confirmaram a atuação do processador, resultando em alteração do tamanho médio de partículas e da porcentagem de grãos inteiros na silagem, promovendo maior eficiência no desempenho animal. Sob análise numérica, os dados gerais de (Marafon et al. 2015) mostraram que os animais, independente da MS da silagem, tiveram maiores ganhos de peso e melhor conversão alimentar com a inclusão de silagem confeccionada com o processador de grãos. Os autores observaram que o maior processamento da fração grãos do milho tipo duro, possibilitou melhorias nestes fatores e na conversão alimentar dos animais, reforçando a necessidade de adequado processamento de partículas e dos grãos.

### ***Tempo de armazenamento***

O tempo de armazenamento influencia direto e indiretamente fatores relacionados à qualidade da forragem estocada, a digestibilidade dos nutrientes e alterações na estabilidade aeróbica (Nussio, 2014). O tempo de armazenagem

da silagem causar alterações no processo fermentativo, podendo também ter efeito direto sobre a disponibilidade do amido do grão. (Daniel et al., 2014; Carvalho et al., 2017; Hristov et al., 2020)

No processo de ensilagem ocorrem várias reações bioquímicas, mediadas por enzimas e produtos metabólicos dos microrganismos, que visam manter a qualidade no processo de fermentação (Zanetti et al., 2012). A estabilidade fermentativa da silagem acontece quando a massa ensilada atinge o pH necessário para que ocorra a diminuição das atividades microbianas (Anjos et al., 2018). Embora o pH da silagem estabilize em uma semana, vários estudos relataram aumento da digestibilidade do amido em períodos prolongados de armazenamento (Newbold et al., 2006; Kung, 2013; Carvalho et al., 2017). Quando foram comparados os tipos de híbridos na ensilagem, Fernandes (2014) não observou diferenças na digestibilidade do amido após 60 dias de armazenamento entre híbridos “flint” ou dentado. Assim, a vitreosidade do grão continua sendo fator importante para a seleção dos tipos de grãos a serem laminados, moídos e alimentados como grão de milho seco, porém quando se trata para silagens esse fator é pouco observado (Owens, 2008).

No decorrer da fase ativa da ensilagem, bactérias epífitas produtoras de ácido láctico fermentam açúcares solúveis em ácidos graxos de cadeia curta, principalmente o ácido láctico, o que provoca diminuição do pH da massa de forragem. Tem sido geralmente admitido que os processos metabólicos mais ativos no silo ocorrem depois de cerca de 2 a 6 semanas de ensilagem (dependendo de várias condições), sem a presença de oxigênio, pode resultar daí uma fase estável de ensilagem (Pahlow et al., 2003). No entanto Kleinschmit

e Kung Jr (2006), relataram que ao longo do período de armazenamento alguns micro-organismos, como o *Lactobacillus buchneri* permanecem bastante ativo por períodos prolongados de tempo (até um ano), mesmo sob condições anaeróbicas em pH baixo. A hipótese para esse contexto se dá pelo fato de 1,2-propanodiol, um produto do metabolismo do ácido láctico para ácido acético por este organismo, aumentar continuamente com o tempo de armazenamento.

O armazenamento por períodos mais longos antes da abertura do silo pode ser usado como uma estratégia visando à melhoria da digestibilidade da silagem de milho, especialmente se os híbridos do milho forem do tipo Flint ou duro, e se forem colhidos com alto teor de MS (Daniel et al., 2019). Com base nisso, Daniel et al. (2015) recomendaram que o tempo mínimo de armazenagem da silagem de milho deve ser de 120 dias, visando maximizar a digestibilidade do amido. Sabe-se que durante o processo fermentativo, alguma degradação da hemicelulose é esperada devido à hidrólise ácida ou ação enzimática de alguns microrganismos (McDonald et al., 1991).

Segundo, Silva (2019) o teor de MS das silagens diminuiu com o tempo da estocagem, o que pode estar relacionado com os percentuais de perdas de MS durante o período fermentativo (Oliveira et al., 2007). As perdas de MS durante a estocagem podem estar associadas ao intenso metabolismo das bactérias ácidas lácticas (BAL) heterofermentativas obrigatórias sobre o consumo de matéria orgânica da forragem ensilada, resultando em aumento de componentes não degradáveis como, por exemplo, as concentrações de cinzas (Ferrero et al., 2019), assim como pelos processos proteolíticos vegetais e

microbianos que acarretam alterações dos compostos nitrogenados em silagens (Kung et al., 2018).

Silagens de milho com tempo de armazenamento em silo acima de seis meses possuem melhorias na digestibilidade do amido, visto que a matriz protéica de prolamina acaba se desorganizando devido à presença de ácidos produzidos na fermentação. Estudos de Kung Jr (2013) também relataram que a digestibilidade da MS aumentou acentuadamente com o tempo de armazenamento, ocasionada por meios de mecanismos proteolíticos naturais que ocorrem no silo, aumentando a disponibilidade de amido. Como a atividade da maior parte das proteases provenientes de células vegetais é inativada pelo abaixamento de pH (Heron; Edwards e Phillips (1989), o aumento na concentração de N-NH<sub>3</sub> sugere proteólise microbiana, incluindo quebra da fração proteica constituinte do endosperma do grão. Neste contexto, o teor de nitrogênio amoniacal durante o tempo de estocagem pode aumentar, permanecendo com teores semelhantes a partir dos 103 dias de estocagem e comumente isso ocorre em silagens mais úmidas (Kung Jr et al., 1984). Outro fator para tal resultado está associado com as quebras de subunidades de zeínas que ocorre com o tempo da estocagem, aumentando as concentrações de nitrogênio amoniacal e proteína total, como observados em outros experimentos de silagem de planta inteira de milho (Windle et al. 2014; Ferrareto et al. 2015; Ferrareto et al. 2016).

A fração de fibras de silagens também é influenciada pelo tempo de armazenamento. Morrison (1979) relatou os resultados da hidrólise ácida na degradação da hemicelulose durante a ensilagem.

Segundo McDonald et al. (1991) a hidrólise ácida da hemicelulose contribui para aumentar a concentração de carboidratos solúveis da silagem, contudo acarretam diminuição na digestibilidade da fração fibrosa remanescente, pois tem-se aumento da porção de FDN indigestível, dados de trabalhos de Almeida Filho et al. (1999).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### ***Tratamentos e processo de ensilagem***

O experimento foi conduzido no setor de Forragicultura e Pastagens da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, UNESP, Jaboticabal – SP.

O híbrido de milho 2B 710 PW (Dow AgroSciences®) foi colhido no dia 06/02/2017 com aproximadamente 33% de MS. A colheita do milho foi realizada de forma mecanizada, utilizando-se dois tipos de colhedoras: ensiladeira New Pecu (Nogueira Máquinas Agrícolas®) com quebrador de grãos (CQG) e ensiladeira CAT 1200 (Nogueira Máquinas Agrícolas®) sem quebrador de grãos (SQG), visando obter partículas com tamanho médio próximo a 10 mm.

Tubos de PVC com capacidade de 5L foram utilizados como silos experimentais em quadruplicata por tratamento. A compactação da forragem foi realizada com auxílio de soquetes de madeira visando obter-se uma massa específica próxima a 600 kg/m<sup>3</sup> de matéria natural. Posteriormente, os silos foram lacrados com fita adesiva, pesados e armazenados em temperatura ambiente por 50 e 100 dias. Em todos os tempos de armazenagem, uma amostra

(~350 g) de cada repetição em cada tratamento foi colhida e armazenada a -20°C em freezer para posteriores análises químicas.

### ***Determinação das perdas fermentativas e estabilidade aeróbia***

Decorridos os dias de armazenagem pré-determinados (50 ou 100 dias), os silos foram novamente pesados para a quantificação das perdas de MS, conforme proposto por Jobim et al. (2007).

Na avaliação da estabilidade aeróbia, uma porção (~2,5 kg) de silagem de cada repetição em cada tratamento foi removida dos silos, revolvida e homogeneizada em bandejas plásticas para haver maior penetração de oxigênio e colocada em baldes plásticos (capacidade de 5 L) em uma sala sob temperatura controlada (20 a 25°C). Durante dez dias, a temperatura de cada silagem foi mensurada a cada meia hora por meio de um *data logger* inserido no centro da massa presente no balde. A temperatura ambiente também foi mensurada por meio de um *data logger* alocado próximo aos baldes contendo as silagens. A estabilidade aeróbica foi definida como o número de horas em que a temperatura da silagem permaneceu estável antes de aumentar mais de 3 °C acima da temperatura ambiente (Roth et al. 2018).

### ***Análises químicas***

Após o descongelamento das amostras, um extrato aquoso contendo 25 g de silagem ou forragem e 225 ml de água destilada foi preparado (Kung Jr et al., 1984) utilizando um misturador e o pH da silagem foi medido usando um medidor de pH. A partir deste extrato o N amoniacal foi determinado por destilação em aparelho micro-Kjeldahl (AOAC, 1996; método nº. 941.04) e expressado em relação ao nitrogênio total (NT).



Após passarem pelo processo de secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, as amostras da planta e silagem foram moídas em moinho de faca (peneira de 1 mm) e secas em estufa a 105°C por 12 horas para determinação da MS (AOAC, 1996; método nº. 930.15). As cinzas foram determinadas após queima na mufla a 500°C por 5 horas (AOAC, 1996; método nº. 923.03). O NT foi determinado por rápida combustão usando o aparelho LECO (modelo F528 N, LECO Corp., St. Joseph, MI, EUA), e a proteína bruta (PB) foi calculada como  $NT \times 6,25$ . A fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas no aparelho ANKOM 2000 Fiber Analyzer (ANKOM Technologies, Macedon, NY, EUA) seguindo os procedimentos descritos por Mertens (2002) e AOAC (1996; método nº. 973.18), respectivamente. A FDN foi determinada utilizando-se amilase termoestável sem adição de sulfito de sódio e, ambos FDN e FDA foram corrigidos para cinzas. A lignina presente no resíduo do ADF foi medida após a hidrólise da celulose em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (72%) (Van Soest e Robertson, 1985). O nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados nas amostras residuais de FDN e FDA, respectivamente, por rápida combustão usando o aparelho LECO. A digestibilidade da MS e FDN foram determinadas após digestão *in vitro* por 30 horas, adaptado do método de Tilley & Terry (1963).

Tabela 1. Caracterização inicial das plantas de milho na pré-ensilagem em função dos tratamentos.

TA	50 dias		100 dias	
	SQG	CQG	SQG	CQG
Processamento	SQG	CQG	SQG	CQG
Matéria seca %	33,21	32,25	33,97	33,31
Matéria orgânica %	96,32	96,11	97,92	96,90
PB%	9,13	8,95	9,15	8,97
FDN%	49,52	50,78	49,04	51,09
FDA%	27,51	28,46	27,46	28,56
Lignina %	4,04	4,07	4,08	4,16
pH	6,12	6,15	5,90	6,02
NH <sub>3</sub> /NT %	3,15	3,12	3,25	3,18
MS-Dig %	68,05	67,95	68,35	68,69
FDN-Dig %	59,21	60,04	60,23	60,45

TA = Tempos de armazenamento; SQG = Sem quebrador de grãos; CQG = Com quebrador de grãos; MS = Matéria Seca; MO = Matéria orgânica; PB = Proteína Bruta; FDN = Fibra em Detergente Neutro; FDA = Fibra em Detergente Ácido; pH = Potencial hidrogeniônico; NH<sub>3</sub>/NT = Nitrogênio amoniacal expressado em relação ao nitrogênio total; MS-D= Digestibilidade da Matéria Seca; FDN-D = Digestibilidade da Fibra em Detergente Neutro.

### ***Delineamento experimental***

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado sob um arranjo fatorial 2 (dois tipos de colhedoras) x 2 (dois tempos de armazenamento). Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento MIXED do SAS (v. 9.4 SAS Institute Inc., Cary, NC), considerando os tipos de colhedoras e os tempos de armazenamento e suas interações como efeitos fixos e o erro como fator aleatório. Médias oriundas do efeito principal de tempo de armazenamento e tipos de colhedoras foram comparadas pelo teste F. Quando houve interações significativas, as médias foram comparadas pela opção PDIFF

do LSMEANS do SAS. Em todos os testes, diferenças significativas foram consideradas a 5% de probabilidade.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A análise dos dados da tabela 2, evidencia que ocorreu efeito do tempo de armazenamento sobre os teores de matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), pH e teores de nitrogênio amoniacal das silagens. A utilização do acessório quebrador de grãos (QG), não influenciou os valores referentes à nenhuma das variáveis avaliadas (Tabela 2).

Tabela 2. Valor nutritivo e características fermentativas de silagens de milho em função do processamento dos grãos e tempo de armazenamento.

TA	50 dias		100 dias		EPM	P – Valor		
	SQG	CQG	SQG	CQG		TA	QG	TA x QG
Processamento								
MS %	32,31	31,35	32,99	32,33	1,56	0,041	0,112	0,230
MO %	96,12	95,91	97,77	96,70	1,43	0,047	0,236	0,852
PB %	8,18	8,03	7,99	7,95	0,66	0,132	0,123	0,236
FDN %	49,30	49,65	48,32	47,92	1,02	0,022	0,133	0,126
FDA %	28,44	29,39	30,02	30,14	1,11	0,015	0,342	0,212
Lignina %	3,97	4,00	4,01	4,09	1,86	0,121	0,523	0,120
NIDN %	16,78	16,44	16,81	16,47	1,63	0,620	0,122	0,412
NIDA %	6,06	6,15	6,08	6,17	1,84	0,231	0,320	0,366
pH	3,90	3,85	3,52	3,44	0,68	0,039	0,592	0,312
NH <sub>3</sub> /NT %	7,52	7,05	8,69	9,02	1,96	0,012	0,222	0,287

TA = Tempos de armazenamento; SQG = Sem quebrador de grãos; CQG = Com quebrador de grãos; MS = Matéria Seca; MO = Matéria orgânica; PB = Proteína Bruta; FDN = Fibra em Detergente Neutro; FDA = Fibra em Detergente Ácido; NIDN = Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; pH = Potencial hidrogeniônico; NH<sub>3</sub>/NT = Nitrogênio amoniacal expressado em relação ao nitrogênio total.

A silagem de milho apresentou teores médios de 31,83% e 32,66% de MS, nos respectivos tempos de 50 e 100 dias de armazenamento. Contudo, observou-se que o teor de MS aumentou com o passar do tempo de armazenamento, assim como encontrado nos presentes estudos de Bedrosian et al. (2012) onde o teor de matéria seca da ensilagem foi afetado pelo tempo do armazenamento com tendência geral de o conteúdo de MS aumentar com o armazenamento mais prolongado. Semelhante aos resultados de Yan et al. (2009) e Kleinschmit e Kung (2006), os quais verificaram aumento médio de 1,5 unidades percentuais no teor de MS entre os tempos de 14 a 361 dias de armazenamento.

Pinto et al. (2007), analisando silagem de milho nos períodos de 10,30,50,70,90 e 110 dias de armazenamento da silagem, observaram conteúdos de MS com valor médio de 31,4%, próximo ao encontrado no presente estudo. Pode-se observar que no estudo de Pinto et al. (2007) até os 70 dias de armazenamento, registrou-se diminuição dos valores de MS, porém aos 90 e 110 dias de armazenagem tem-se uma recuperação deste valor, apresentando aumento no teor de MS em relação ao primeiro período de armazenamento analisado.

Quando foram analisados os valores de matéria orgânica (MO), foram obtidas médias de 96,01 e 97,23% nos períodos de 50 e 100 dias de armazenamento, respectivamente. Os valores encontrados foram acima dos relatados por Pinto et al. (2007) que observaram nos períodos de 50 e 110 dias valores de MO de 92,3% em ambos os tempos. Porém Velho et al. (2006), ao analisarem o teor de MO de silagem de milho na forragem original encontraram

valor de 97,46%, e ao analisarem o valor de MO no momento da abertura do silo registraram valor de 95,97%, tendo aumentado até 36 horas após a abertura.

Observou-se redução dos valores médios da FDN, nos tempos de 50 e 100 dias de armazenamento de 49,47 e 48,12% respectivamente (Tabela 2).

Corroborando com estudos de Souza et al.(2018) onde foram observados que nos teores de FDN da forragem não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ), mas foi observado uma redução nos teores de 51,11% na ensilagem para 49,6% na média do tratamento 1 após os 14 dias de armazenamento. O desaparecimento de 1,51 unidades percentuais de FDN indica que parte da fibra foi solubilizada, provavelmente a fração hemicelulose. Esse efeito pode ser considerado positivo ao processo, por fornecer carboidratos solúveis aos microrganismos da silagem e elevar o consumo da silagem pelos animais.

Quando observamos os valores referentes à digestibilidade, estudos de Young et al. (2012), onde verificaram que a digestibilidade do FDN da silagem de milho diminuiu uma unidade percentual com os tempos de armazenamento ( $P <0,02$ ). Weinberg e Chen (2013) encontraram maior digestibilidade do FDN na forragem fresca de milho em relação à digestibilidade da silagem, no entanto, nos demais tempos de estocagem, os autores verificaram tendência de redução da digestibilidade da FDN. Daniel et al. (2014) em estudo de meta-análise para determinar a influência do tempo de estocagem na digestibilidade da fração fibra em detergente neutro, também observaram que a digestibilidade do FDN diminuiu ao longo do tempo de armazenamento; ao contrário de Cvas (2013) avaliou a digestibilidade do FDN a partir de um grande banco de dados, e

verificou que a digestibilidade do FDN parece não ser afetada pelo tempo de fermentação.

Os valores médios referentes ao FDA foram de 28,91 e 30,08%, nos tempos de 50 e 100 dias de armazenamento das silagens. Mostrando que ocorreu um aumento no teor de FDA com o passar do tempo de armazenamento ( $P > 0,05$ ). Sendo contrário aos dados encontrados por (Kleinschmit & Kung.2006) onde os valores de FDN e FDA após a fermentação não foram afetados pelos aditivos ou pelo tempo de armazenamento e contrariando aos dados encontrados por der Bedrosian et al., (2012) onde as concentrações de FDA das silagens não foram afetadas pelo tempo de armazenamento.

A redução da porção fibrosa (FDN) da planta nas silagens pode ser indicativa de hidrólise ácida da hemicelulose, que segundo McDonald et al. (1991) é atribuída a ação de enzimas da planta e de enzimas dos próprios microrganismos e a adição de enzimas por meio de inoculante microbiano. Durante o processo fermentativo, alguma degradação da hemicelulose (reduções de 10 a 20% no teor de hemicelulose) é esperada devido à hidrólise ácida e/ou ação enzimática de alguns microrganismos (McDonald et al., 1991). Ainda com base nos autores citados acima, a hidrólise ácida da hemicelulose é responsável pelo decréscimo nos valores de FDN. A maior redução no teor de FDN em silagem de milho resulta no maior aporte de carboidratos solúveis para fermentação e menor capacidade tamponante em relação à silagem de capim. Isto permite maior acidificação do meio e, conseqüentemente, maior hidrólise da hemicelulose (Falson et al.2019). Sob ambiente ácido a hidrólise ácida da

hemicelulose poderá ocorrer, com consequência aumento de açúcares solúveis, notadamente a xilose (Woolford, 1984; McDonald et al., 1991).

Não foram observadas alterações ( $P > 0,05$ ) nos teores de PB, Lignina, NIDN e NIDA das silagens submetidas aos diferentes tratamentos (Tabela 2).

O pH médio encontrado da forragem fresca foi de 6,13 e 5,96 nos respectivos tratamentos. O valor de pH em relação ao tempo de 50 dias de armazenamento das silagens foi de 3,87. Contudo, no tempo de armazenamento de 100 dias o valor encontrado foi de 3,48. No presente estudo registrou-se que ocorreu efeito do tempo de armazenamento nos valores de pH tendo em vista estes dados, podemos notar que houve redução do pH, com o passar do tempo de armazenamento. Deve-se considerar que com o passar do tempo de armazenamento o pH da silagem de milho tende a diminuir devido a produção de ácido láctico (Junges et al., 2017) e como já relatado por Pinto et al. (2007) a produção de ácido láctico, responsável pela redução do pH, aumentou até 70 dias após o fechamento do silo. Esta redução é considerado um indicador positivo do estado de preservação da massa ensilada.

A manutenção de pH abaixo de 4,2 na silagem de milho é um indicador de presença adequada do ácido láctico, isto é desejável por promover ação inibitória sobre microrganismos indesejáveis, os quais são responsáveis pelas perdas de matéria seca.

Os valores médios de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total encontrados com o tempo de armazenamento de 50 dias foi de 7,28%. Todavia quando o período de armazenamento foi de 100 dias o valor encontrado foi de 8,85% indicando que ocorreu um aumento no teor de nitrogênio amoniacal com



o passar do tempo de armazenamento, independente da utilização do acessório de quebra de grãos ou não. Os valores encontrados são compatíveis aos níveis considerados normais considerando que nas silagens bem preservadas os níveis de amônia são inferiores a 10%, sendo a amônia derivada do catabolismo de aminoácidos (McDonald et al. 1991).

O nitrogênio amoniacal, expresso em porcentagem do nitrogênio total, indica a quantidade de proteína degradada durante a fase de fermentação. Portanto, este parâmetro é um dos principais na determinação da qualidade do processo fermentativo da massa ensilada, podendo ter relação com a hidrólise da matriz proteica que envolve a camada de amido.

O aumento do teor de nitrogênio amoniacal no presente estudo corrobora com os resultados encontrados em outros estudos (der Bedrosian et al. 2012; Young et al., 2012) que verificaram aumentos nos teores de nitrogênio amoniacal e proteína solúvel ao longo do armazenamento da silagem de milho devido o processo de fermentação ser contínuo ao longo do tempo de armazenamento. Cvas (2013) também verificou que as concentrações de proteína solúvel e N-NH<sub>3</sub> aumentam com o tempo de estocagem, e geralmente são difíceis de evitar uma vez que a proteólise é o resultado da ação de proteases provenientes da planta e dos microrganismos (Grum et al., 1991).

De acordo com (Kung e Shaver 2000), os teores de N-NH<sub>3</sub> podem variar entre 5 a 7% do N-total e são aceitáveis na silagem de milho com MS entre 35 e 40%, sendo os valores superiores, provavelmente devido aos períodos longos de armazenamento, e sua presença ocorre em função da proteólise seguida deaminação pela ação de enzimas vegetais e microbianas (Grum et al., 1991;

Vierstra, 1996), pois a atividade da maior parte das proteases provenientes da deaminação de células vegetais é inativada pelo abaixamento do pH.

O nitrogênio amoniacal, expresso em porcentagem do nitrogênio total, indica a quantidade de proteína degradada durante a fase de fermentação. Portanto, esse parâmetro é um dos mais importantes na determinação da qualidade do processo fermentativo da massa ensilada. Pereira et al. (2007) encontraram na silagem de milho valor médio de 1,9% de N-NH<sub>3</sub>/NT, resultado mais baixos que os encontrados neste ensaio. Porém, Rosa et al. (2004) observaram maior valor de N-NH<sub>3</sub>/NT (6,2%), quando avaliaram três híbridos de milho. Em trabalhos de Santos et al. (2010), comparando variedade de seis híbridos de milho se observaram um valor médio de N-NH<sub>3</sub>/NT de 2,9%.

Como já apresentado acima a utilização do acessório de quebra de grãos não proporcionou diferença estatística em nenhuma das variáveis avaliadas. Os dados corroboram com estudos de (Marafon et al. 2015), que realizaram um trabalho comparando perdas nutricionais no processo de ensilagem e características nutricionais de plantas ensiladas em estádios vegetativos (R3 = 26,25% MS e R5 = 34,37% MS, sem o uso do acessório de quebra dos grãos. Com o uso do acessório de quebra de grãos os, valores foram de 27,16% no estágio reprodutivo R3 e no R5 foram encontrados valor de 35,19%. Com base nos valores encontrados o uso do acessório quebrador de grãos, assim como no presente estudo não influenciou os valores das respectivas variáveis citadas acima. O resultado foi que não houve diferença estatística na utilização ou não do quebrador de grãos.

Na tabela 3, apresenta-se os valores referentes a avaliação das perdas fermentativas e digestibilidade *in vitro* dos nutrientes da silagem de milho em função do processamento dos grãos e tempo de armazenamento.

A análise dos dados da Tabela 03 mostra que o tempo de armazenamento, causou diferença estatística nas variáveis estabilidade aeróbia (EA), perdas fermentativas (PF), DIVMS% e DIVFDN%. O uso do acessório de quebra de grãos causou diferença estatística apenas nas variáveis PE, DIVMS, DIVFDN%.

Tabela 3. Avaliação das perdas fermentativas e digestibilidade *in vitro* de nutrientes de silagens de milho em função do processamento dos grãos e tempo de armazenamento.

TA <sup>1</sup>	50 dias		100 dias		EPM	P – valor		
	SQG	CQG	SQG	CQG		TA	QG	TA x QG
EA <sup>2</sup> , h	27,49	27,99	30,02	31,45	2,31	0,001	0,232	0,195
PF <sup>3</sup> , %	5,36	5,78	7,90	7,23	2,03	0,015	0,230	0,250
PE <sup>4</sup> , %	12,87	10,38	14,33	10,78	1,56	0,072	0,012	0,123
DIVMS <sup>5</sup> , %	64,32 <sup>c</sup>	64,44 <sup>c</sup>	66,11 <sup>b</sup>	67,64 <sup>a</sup>	1,95	0,014	0,031	<0,001
DIVFDN <sup>6</sup> , %	55,32	57,70	56,44	59,03	1,78	0,001	0,035	0,302

<sup>1</sup>Tempos de armazenamento; <sup>2</sup>Estabilidade aeróbia; <sup>3</sup>Perdas fermentativas; <sup>4</sup>Perdas na estabilidade aeróbia; <sup>5</sup>Digestibilidade *in vitro* da matéria seca; <sup>6</sup>Digestibilidade *in vitro* da FDN.<sup>a-c</sup>As médias na mesma linha com letras diferentes diferiram significativamente (P ≤ 0,05).

Em relação aos valores de estabilidade aeróbica (EA) ocorreu efeito do tempo de armazenamento, registrando valores maiores nas silagens armazenadas por 100 dias (Tabela 3).

Os valores médios obtidos ao analisarmos a EA da silagem foi de 27,74 e 30,73 horas, nos tempos de 50 e 100 dias, respectivamente. Conforme Junges (2014) o acompanhamento da temperatura da silagem é o indicativo mais comum da estabilidade do material após a abertura dos silos. A quebra da estabilidade aeróbica ocorre após a abertura do silo, pois o contato da massa ensilada com o oxigênio é inevitável e desencadeia o crescimento de microrganismos aeróbios e como consequência inicia-se ao processo de deterioração aeróbia, no caso da silagem de milho, ocasionalmente realizado por leveduras, fungos filamentosos e bactérias (Moon et al., 1979; Spoelstra et al., 1988). A estabilidade aeróbica no presente estudo foi definida como o número de horas em que a temperatura da silagem permaneceu estável antes de aumentar mais de 3°C acima da temperatura ambiente (Roth et al., 2018). Além da temperatura, de acordo com Pitt et al. (1991) e Phillip & Fellner (1992) a concentração de carboidratos solúveis, a população de leveduras, fungos filamentosos e a concentração de ácidos orgânicos em interação com o pH são os parâmetros que mais afetam a estabilidade das silagens. De acordo com Phillip & Fellner (1992) o aumento do pH após a exposição da silagem ao ar, está associado a queda no teor de carboidratos solúveis e a baixa concentração de ácido lático os quais são importantes indicadores da deterioração da massa ensilada.

Sanderson (1993) verificou que em 96 e 190 horas de EA os picos de temperatura de 40 e 32°C nas silagens de milho armazenadas por 40 e 186 dias, respectivamente. No trabalho de Nishino et al. (2003) os níveis de ácido acético e os efeitos sobre a estabilidade aeróbia foram mais acentuados em silagens armazenadas por 120 em relação a 60 dias de armazenamento.

Um dos fatores primordiais para a manutenção da estabilidade aeróbia é o pH, e como já citado, na tabela 02, os valores de pH, tendem a diminuir com o passar do tempo, mantendo assim a estabilidade aeróbica na silagem.

Quando analisado os valores referentes às perdas de MS e da estabilidade aeróbia (PE), podemos notar que ocorreu efeito dos tempos de armazenamento e da utilização do acessório quebrador de grãos (QG). O valor médio obtido de PE em relação ao tempo de armazenamento de 50 dias foi de 11,62%, e com o passar do armazenamento de 100 dias, registrou-se valor de 12,55%. A utilização do acessório de quebra de grãos também mostrou efeito, sendo assim os valores médios sem a utilização do acessório quebrador de grãos foi de 13,6%, e quando foi utilizado o acessório este valor foi de 10,58%, mostrando assim que o uso do acessório quebrador de grãos proporcionou menores valores de PE. Devido a isso podemos deduzir que o acessório de quebra de grãos melhorou os níveis de perdas na estabilidade aeróbica, promovendo assim uma silagem de melhor qualidade. Conforme Restle et al., (2002); Rabelo et al., (2012) menores tamanhos de partículas podem favorecer a fermentação, minimizando a produção de ácido butírico, facilitando a compactação, promovendo maior superfície de contato entre substrato e

microrganismos e disponibilizando mais conteúdo celular para as reações bioquímicas dentro do silo.

Com base nos tempos de armazenamento, Nishino et al. (2003) constataram que os níveis de ácido acético e os efeitos sobre a estabilidade aeróbia foram mais acentuados em silagens armazenadas por 120 dias em relação a 60 dias de armazenamento. Os mesmos autores relatam que uma das hipóteses para esta maior EA conforme o tempo de armazenamento, é devido a maior produção de ácido acético pelos microrganismos presentes no silo.

Ao analisarmos os valores de perdas fermentativas, notamos que ocorreu efeito do tempo de armazenamento, sobre essa variável. Os valores médios encontrados foram de 5,57 e 7,56%, nos tempos de 50 e 100 dias de armazenamento, respectivamente, os valores foram maiores com o passar do tempo, independentemente da utilização ou não do acessório de quebra de grãos. Dados das perdas fermentativas com o armazenamento de 100 dias se encontram próximos ao encontrado por Rabelo et al.(2012), onde os mesmos encontraram valores de perdas em silagem controle de 7,95%. Também Oliveira et al.(2013), concluíram que as perdas foram reduzidas com o avanço no estágio de maturação da planta. Reis e Rosa, (2001) verificaram que silagens com menos de 30% de MS por kg de matéria verde (MV), podem apresentar elevadas quantidades de efluente.

Em relação à DIVMS (Tabela 03), observou-se interação entre a quebra dos grãos e tempo de armazenamento. Os maiores valores foram observados quando se realizou a quebra dos grãos e a silagem foi armazenada pelo período de 100 dias, observando-se o valor de 66,72%. Porém, o armazenamento por 50

dias resultou em valor semelhante da digestibilidade, 64,32 e 64,44%, respectivamente nas silagens sem e com a quebra dos grãos. De maneira semelhante der Bedrosian et al. (2012) em pesquisas com silagens de milho e com grãos de milho com alta umidade reportam aumentos de digestibilidade da MS quando as silagens foram armazenadas por períodos mais longos. Na mesma linha de pesquisa Sapienza et al. (2008) e Hoffman et al. (2011) trabalhando com silagens de milho também reportaram aumento na digestibilidade de MS, quando as silagens foram armazenadas por períodos mais longos. Uma das hipóteses para esse aumento da digestibilidade in vitro da matéria seca relaciona-se a hidrólise da matriz proteica pela ação de enzimas produzidas pelos microrganismos da silagem, permitindo a liberação do amido para digestão in vitro. Estudos evidenciam aumento nos teores de  $\text{NH}_3$  das silagens em resposta ao prolongamento do armazenamento, o que se relaciona com a hidrólise da matriz proteica, devido a ação das bactérias e das enzimas da planta forragem, permitindo a maior solubilização do amido (Hoffman et al. 2011; der Bedrosian, 2012; Young et al. 2012; Junges et al. 2017). Além disto, com o prolongamento do período de armazenamento, observou-se a hidrólise acida da fração do FDN (Tabela 02), solubilizando parte da hemicelulose, e assim aumentando a disponibilidade de carboidratos solúveis disponíveis para a ação dos microrganismos do líquido ruminal.

Kung Jr et al. (2014) observaram ao longo do tempo de estocagem (0, 70 e 140 dias) redução nos teores de prolamina e aumento nos teores de nitrogênio amoniacal e proteína solúvel, indício da quebra da matriz proteica que recobre os grãos de amido, e aumento da digestibilidade in vitro do amido. Kung Jr.



(2013) sugere que tempos de armazenamento de 3 a 6 meses são necessários para o aumento da digestibilidade do amido das silagens da planta inteira de milho. Em trabalhos de Silva et al (2016) foram observados valores de N-H3 (% da MS) em silagem de milho controle por volta de 0,06% em silagem de milho úmidas.

O uso do acessório quebrador de grãos também aumentou a DIVMS, pois promoveu maiores danos no pericarpo, rompendo a barreira física entre o meio externo e o endosperma dos grãos (Marafon et al.,2015), propiciando maior ação dos microrganismos do líquido ruminal. Silva et al. (2005) concluíram que após os 28 dias de armazenamento os valores de DIVMS das silagens não diferiram estatisticamente entre si.

Marafon et al. (2015) comparando-se somente as silagens que sofreram processamento dos grãos, observaram que os maiores valores foram encontrados quando se foi utilizado o acessório de quebra de grãos independente do estágio fenológico da planta, pois no trabalho citado os valores não apresentaram diferença significativa, já o menor valor encontrado na DIVMS foi a que não se utilizou o processador. Valores encontrados foram de 67,43 e 74,03% nas silagens sem e com processamento, respectivamente nos grãos no momento da colheita da lavoura implicando uma atuação deste acessório quebrador de grãos sob a DIVMS de silagens de milho colhida em estágio R5 com 34,37% de MS. Possivelmente, os dados foram justificados pelo fato de demonstrar pequena redução no tamanho das partículas da silagem e efeito sobre a integridade dos grãos, permitindo maior contato dos microrganismos fermentadores com os carboidratos de reserva, permitindo rápida queda do pH

da silagem, interrompendo o consumo de carboidratos como amido e hemicelulose (Neumann et al., 2003).

A análise dos dados referentes à DIVFDN (Tabela 03) evidencia que independente do processamento dos grãos, as silagens armazenadas por 100 dias apresentaram maiores valores de digestibilidade da fração fibrosa. As diferenças foram pequenas, valores médios de 56,94% e 58,33%, respectivamente nas silagens armazenadas por 50 e 100 dias. Estes resultados são contrários aos trabalhos descritos por (McDonald et al (1991); Sanderson (1993); Young et al. (2012). Segundo McDonald et al. (1991) a hidrólise ácida da hemicelulose decorrente do prolongamento do período de armazenamento diminui o conteúdo de FDN da silagem, e assim, a porção remanescente torna-se menos digestível. Desta forma, os dados de Sanderson (1993) não mostraram diferença na digestibilidade do FDN, observando valores de 65,9; 62,1 e 62,7%, respectivamente na forragem fresca e nas silagens armazenadas por 40 e 186 dias. Por outro lado, Young et al. (2012) verificaram que a digestibilidade do FDN da silagem de milho diminuiu uma unidade percentual em resposta aos períodos de armazenamento. Junges e Nussio (2014) em estudo de meta-análise para determinar a influência do tempo de estocagem na digestibilidade da fração fibra em detergente neutro, observaram que a digestibilidade do FDN diminuiu ao longo do tempo de armazenamento. Cone et al. (2008), constataram que 180 dias de armazenamento da silagem não afetou a digestibilidade in vitro da fração fibrosa da silagem.

Em relação ao processamento dos grãos, Zobell et al., (2004) fazendo uso do processador com a diminuição do tamanho de partícula das plantas inteiras

de milho com teores de MS ao redor de 30% verificaram que a digestibilidade da FDN foi maior com o processamento, 65% em comparação as não processadas,63%. Harrison et al. (1997) concluíram que o processamento de silagens em estádios de colheita mais avançados teria maiores efeitos quanto a fração FDN em termos de aproveitamento. No entanto Dhiman et al. (2000) fazendo uso do processamento sem alterações consideráveis no tamanho de partícula, observaram que a digestibilidade da FDN diminuiu em três pontos percentuais na silagem processada.

## **CONCLUSÃO**

A utilização do quebrador de grãos associado a um maior tempo de armazenamento (100 dias) proporciona melhoria na digestibilidade da matéria seca da silagem de milho. O acessório de quebra de grãos também foi responsável por reduzir perdas na estabilidade aeróbia em até 30%, mantendo maior qualidade da silagem no pós abertura.

## UTILIZAÇÃO DE PROCESSADOR DE GRÃOS EM SILAGEM DE MILHO ARMAZENADA POR DOIS PERÍODOS

### RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da interação entre o processamento dos grãos e o tempo de armazenamento sobre o perfil fermentativo, composição química, digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro, perdas fermentativas nas silagens de milho. O híbrido de milho 2B 710 PW (Dow AgroSciences®) foi colhido com aproximadamente 33% de MS. A colheita do milho foi realizada de forma mecanizada, utilizando-se dois tipos de colhedoras: ensiladeira New Pecu (Nogueira Máquinas Agrícolas®) com quebrador de grãos (CQG) e ensiladeira CAT 1200 (Nogueira Máquinas Agrícolas®) sem quebrador de grãos (SQG), visando obter partículas com tamanho médio próximo a 10 mm. Tubos de PVC com capacidade de 5L foram utilizados como silos experimentais em quadruplicata por tratamento. Posteriormente, os silos foram lacrados com fita adesiva, pesados e armazenados em temperatura ambiente por 50 e 100 dias. Decorridos os dias de armazenagem, os silos foram novamente pesados para a quantificação das perdas de matéria seca. A estabilidade aeróbica foi definida como o número de horas em que a temperatura da silagem permaneceu estável antes de aumentar mais de 3°C acima da temperatura ambiente. Conclui-se que a utilização do quebrador de grãos associado a um maior tempo de armazenamento (100 dias) proporciona melhoria na digestibilidade da matéria seca da silagem de milho. O acessório de quebra de grãos também foi responsável por reduzir perdas na estabilidade aeróbia em até 30%, mantendo maior qualidade da silagem no pós abertura.

**PALAVRAS-CHAVE:** silagem de milho, quebrador de grãos, digestibilidade, perdas fermentativas, estabilidade aeróbia.

## **GRAIN PROCESSOR USE IN CORN SILAGE STORED FOR TWO PERIODS**

### **SUMMARY**

This study aimed to evaluate the effect of the interaction between grain processing and storage time on the fermentation profile, chemical composition, dry matter and neutral detergent fiber digestibility, and fermentation losses of corn silages. Corn hybrid 2B 710 PW (Dow AgroSciences®) harvested with approximately 33% of DM. Corn harvesting was carried out in a mechanized way, using two types of harvesters: New Pecu forage machine (Nogueira Máquinas Agrícolas®) with grain cracker (WGB) and CAT 1200 forage machine (Nogueira Máquinas Agrícolas®) without grain cracker (WOGB), aiming to obtain particles size with an average close to 10 mm. PVC pipes with a capacity of 5L were used as experimental silos in quadruplicate per treatment. Subsequently, the silos were sealed with adhesive tape, weighed, and stored at room temperature for 50 and 100 days. After the storage days, the silos were weighed again to quantify dry matter losses. Aerobic stability was defined as the number of hours the silage temperature remained stable before increasing more than 3 °C above room temperature. The use of the grain cracker associated with a longer storage time (100 days) improved dry matter digestibility of corn silage. Grain cracker accessory was also responsible for reducing losses in aerobic stability by up to 30%, maintaining a higher quality of silage after silos opening.

**KEYWORDS:** corn silage, grain cracker, digestibility, fermentation losses, aerobic stability.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, RNS; Crestana, RF; Balsalobre, Marco Antonio Álvares; et al. Efeito do tamanho de partícula na composição da fração nitrogenada de silagem de capim Tanzânia. **Anais..** Piracicaba: FEALQ, 2001.

Allen, M.S., Coors, J.G. and Roth, G.W. Corn Silage. In *Silage Science and Technology* (eds D.R. Buxton, R.E. Muck and J.H. Harrison). 2003. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr42.c12>

Anjos GVS, Gonçalves LC, Rodrigues JAS, Keller KM, Coelho MM, Michel PHF, Ottoni D e Jayme DG. Effect of re-ensiling on the quality of sorghum silage. **Journal of Dairy Science** 101: 6047–6054. 2018.

AOAC, 1990. Official methods of analysis. 15th ed. AOAC International, Arlington, VA.

Arriola, K.G., R.M. Martins, T.F. Bernardes, L., Leyton, Z.X. Ma, e I.M. Ogunade. Effects of maturity at harvest on the nutritional value yield and milk production potential of corn hybrids planted under tropical/subtropical conditions. **Journal of Dairy Science**.2017.

Azevedo, Flavio et al. Avaliação de híbridos de milhos dentados para produção de silage.2016.

Bal, N.; Shaver, R. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion and milk production. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 80, p. 2497-2503, 1997.

Beauchemin, K.A.; McAllister, T.A.; Dong, V. et al. Effects of mastication on digestion of whole cereal grains by cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, n.2, p.236- 246, 1994.

Bernardes, T.F.; Carvalho, I.Q.; Silva, N.C. A snap shot of maize silage quality on dairy farms in South Brazil. In: KUOPPALA, K.; RINNE, M.; VANHATALO, A. (Ed.). **INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE**, 16. Hämeenlinna. Proceedings... Hämeenlinna,. p. 322-323, 2012.

Bolsen, K. K., Lin, C., Brent, B. E., Feyerherm, A. M., Urban, J. E., & Aimutis, W. R. Effect of silage additive son the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, 75(11), 3066-3083, 1992.

Carvalho B.F., Ávila C.L.S., Bernardes T.F., Pereira M.N., Santos C. e Schwan R.F. Fermentation profile and identification of lactic acid contente and yeasts of rehydrated corn kernel silage. **Journal of Applied Microbiology** 122: 589–600. 2017.

Carvalho I.Q. e Carbonare M.S.D. Selection of maize silage hybrids – Agronomic and nutritional traits. In.: Nussio LG, Sousa DO, Gritti VC, Salvati GGS, Santos WP e Salvo PAR (Eds.), Proceedings of the **V International Symposium on forage quality and conservation**. Piracicaba: Brasil, p. 91-106. 2017.

Cone, J.W.; Van Gelder, A.H.; H.A. VanSchooten, H.A.; Groten, J.A.M. Effects of chop length and ensiling period of forage maize on in vitro rumen fermentation characteristics. **Journal of the Royal Netherlands Society for Agricultural Sciences**, Netherland, v. 55, p.155-166, 2008.

Correa, C.E.S.; Shaver, R.D.; Pereira, M.N.; Lauer, J.G.; Kohn, K. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 11, p. 3008-3012, 2002.

Cruz J. C., Pereira Filho, I.A., Queiroz LR. Quatrocentos e sessenta e sete cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes no Brasil para a safra 2013/2014. Disponível em: <[HTTP://www.cnpms.embrapa.br/publicações/milho\\_8\\_ed/cultivares.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicações/milho_8_ed/cultivares.htm)>. Acesso em: 21 Agosto de 2015.

CVAS-Cumberland Valley Analytical Services. The corn silage Fermometer. Cumberland Valley Analytical Services, Hagerstown, Tech Notes, 2013.

Daniel, J.L.P.; Junges, D.; Nussio, L.G. Alterações na qualidade de silagens de milho durante o armazenamento. In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W.; BANKUTI, F.I. (eds.). SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 5. Maringá, **Anais**.P.23-36, 2014.

Daniel, J.L.P.; Junges, D.; Nussio, L.G. A meta-analysis of the effects of length of storage on starch digestibility and aerobic stability of corn silages. In: **XVII International Silage Conference**, Piracicaba, 2015.

Daniel J.L.P., Bernardes T.F., Jobim C.C., Schmidt P. e Nussio L.G. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. **Grass and Forage Science** 74: 188-200. 2019.

derBedrosian, M. C., Nestor Jr, K. E., & Kung Jr, L. The effects of hybrid, maturity, and length of storage on the composition and nutritive value of corn silage. **Journal of Dairy Science**, 95(9), 5115-5126, 2012.

Dhiman, T. R.; Bal, M. A.; WU, Z.; Moreira, V. R.; Shaver, R. D.; Satter, L. D.; Shinnars, K. J.; Walgenbach, R. P Influence of Mechanical Processing on Utilization of Corn Silage by Lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 83, p. 2521–2528. 2000.



Factori, Marco Aurélio; Costa, Ciniro; Biaggioni, Marco Antonio Martin ; Saleh, Mayra Anton Dib . Avaliação do consumo de energia elétrica em duas granulometrias de moagem de grãos de milho de textura dentada e dura. **Boletim de Indústria Animal**, v. 65, p. 83-88, 2008.

Falson, J.P.S.; Pozada, T.N.; Vasconcelos, Y.G.P.; Heling, O.I.; Junior, J.S.; Rabelo, C.H.S. variação na composição química de silagens de milho e capim elefante tratadas com 5% de torta de oliva. In.: **XXI Encontro de Pós-graduação**, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), 2019.

Ferraretto, L.F., P.M. Crump, and R.D. Shaver. Effects of cereagra type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, 96:533-550, 2013.

Ferraretto, L.F.; R.D. Shaver, Effect of direct-fed microbial supplementation on lactation performance and total-tract starch digestibility by mid lactation dairy cows, **The Professional Animal Scientist**, Volume 31, Issue 1, 2015.

Ferraretto, L.F.; S.M. Fredin, R.E. Muck, R.D. Shaver, Case Study: Microbial inoculant and ensiling time effects on fermentation profile, nitrogen fractions, and ruminal in vitro and in situ starch digestibility in corn shred age and late-maturity corn silage, **The Professional Animal Scientist**, Volume 32, Issue 6, 2016.

Ferraretto, L.F.; T. Fernandes, W.I. Silva Filho, H. Sultana, P. Moriel, Dry matter loss, fermentation profile, and aerobic stability of wet brewers grains ensiled with various amounts of dry ground corn. **The Professional Animal Scientist**, Volume 34, Issue 6, 2018.

Ferrero F, Prencipe S, Spadaro D, Gullino ML, Cavallarin S, Piano S, Tabacco E, Borreani G. Increase in aflatoxins due to *Aspergillus* section *Flavi* multiplication during the aerobic deterioration of corn silage treated with different bacteria inoculate. **Journal Dairy Science** 102: 1-18. 2019.

Fernandes, Juliana et al. Influência de genótipo, maturidade e tempo de armazenamento na qualidade de silagens de grãos de milho com alta umidade. Divisão de biblioteca– DIBD/ESALQ/UPS, Piracicaba, p.97, 2014.

Grum, D.E.; Shockey, W.L.; Weiss, W.P. Electro phoretic exination of alfalfa silage proteins. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.74, p.146-154, 1991.

Guim, A. et al. Padrão de Fermentação e Composição Químico-Bromatológica de Silagens de Jitirana Lisa (*Ipomoea glabra* Choisy) e Jitirana Peluda (*Jacquemontia asarifolia* L. B. Smith) Frescas e Emurhecidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2214-2223, 2004.

Harrison, J. H.; Johnson, L.; Hunt, C.; Bolsen, K. K.; Young, M. A.; Shinnars, K. Pre- and post-processing of corn and sorghum silages. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 75, n. 140, 1997.

Heron, S.J.E.; Edwards, R.A.; Phillips, P. Effect of pH on the activity of ryegrass *Lolium multiflorum* proteases. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.46, p.267–277, 1989.

Hoffman, P. C., N. M. Esser, R. D. Shaver, W. K. Coblenz, M. P. Scott, A. L. Bodnar, R. J. Schmidt, and R. C. Charley. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch protein matrix in high-moisture corn. **Journal of Dairy Science**. 94:2465–2474, 2011.

Hristov AN, Harper MT, Roth G, Canale C, Huhtanen P, Richard TL e DiMarco K. Effects of ensiling time on corn silage neutral contentes fiber

degradability and relationship between laboratory fiber analyses and in vivo digestibility. **Journal of Dairy Science** 103: 2333-2346. 2020.

Junges D. Tempo de armazenamento e manejo do painel no valor nutritivo de silagens de milho. 149 f. **Tese** (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba.2014.

Junges, D., Morais, G., Daniel, J. L. P., Spoto, M. H. F., Nussio, L.G. Contribution of proteolytic sources during fermentation of reconstituted corn grain silages. In Proc. **XVII International Silage Conference**. June 1- 3, Piracicaba, SP, Brasil, p. 566 – 567. 2015.

Junges, D., G. Morais, M. H. F. Spoto, P. S. Santos, A. T. Adesogan, L.,G.Nussio, and J. L. P. Daniel. Short communication: Influence of various proteolytic source during fermentation of reconstituted corn grain silages. **Journal of Dairy Science**, 100:9048-9051. doi.org/10.3168/jds. 2017-12943, 2017.

Jobim, C.C.; Nussio, L.G.; Reis, R.A.; Schmidt, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, suplemento especial, p. 101-119, 2007.

Kleinschmit, D. H.; Kung, L. Jr. The Effects of *Lactobacillus buchneri* 40788 and *Pediococcus pentosaceus* R1094 on the fermentation of corn silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.89, p. 3999–4004, 2006.

Kung JR., L.; Grieve, D.B.; Thomas, J.W. et al. Added ammonia or microbial inoculate for fermentation and nitrogenous compounds of alfalfa ensiled at various percents of dry matter. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.299-306, 1984.

Kung, Jr. L. The effects of length of storage on the nutritive value and aerobic stability of silages. In: Daniel, J.L.P.; Santos, M.C.; Nussio, L.G. (Ed.). **International al symposium on forage quality and conservation**, 3.Campinas. Proceedings.p. 7-19, 2013.

Kung, L. Jr.; R. Shaver, R. Interpretation and use of silage fermentation analysis report. Madison, n.13, v. 3, 5p. 2000. Acesso em: 19 jun. 2014.

Kung, L., R.D. Shaver, R.J. Grant, e R.J. Schimidt. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of Dairy Science** 101:4020-4033, 2018. Doi: 10.3168/jds.2017-13909. 2018.

Loures, D.R.S. Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem sob níveis de compactação e de umidade do capim-elefante (*Pennisetumpurpleum*Schum.) cv. Cameron. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa 67p. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

Marafon, F. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 917-932, 2015

McDonald, P.; Henderson, A.R.; Heron, S.J.E. The biochemistry of silage. 2. ed. Marlow: ChalcombPublishing,340p,1991.

Melo M.L.A., Camilo J., Andrade C., Amaral T. e Tigges C. Simulação da produtividade potencial de silagem de milho em municípios de Minas Gerais. Embrapa Milho e Sorgo-Documents (INFOTECA-E). 2019.

Mello, A.O.A. Volumosos para bovinos de corte. In: Simpósio de forragicultura e pastagens: temas em evidência, 3, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, v.3, p.233-260, 2002.

Millen, D.D. et al. A snapshot of management practices and nutrition al recommendations used by feed lot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, v.87, p.3427-3439, 2009.

Moon, H.J.; Ely, L.O. Identification and properties of yeasts associated with the aerobic deterioration of wheat and alfalfa silages. **Mycopathologia, Dordrecht**, v. 69, n.3, p.153 156, 1979.

Morrison, I. M. Changes in the cell wall components of laboratory silages and the effect of various additives on these changes. **Agricultural Science** 93:581–586, 1979.

Neumann, M.; Restle, J.; Costa, E. C. Silagens de diferentes híbridos de milho (Zeamays, L.) avaliados pelo desempenho de bezerros confinados. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.9, n.3, p.263-268, 2003.

Neumann, M.; Mühlbach, P. R. F.; Nörnberg, J. L.; Restle, J.; OST, P. R. Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (Zeamays L.) sobre as perdas durante o processo fermentativo e o período de utilização das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1395-1405, 2007.

Nishino, N.; Yoshida, M.; Shiota, H.; Sakaguchi, E. Accumulation of 1,2-propanediol and enhancement of aerobic stability in whole crop maize silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*. **Journal of Applied Microbiology**, Malden, v.94, p.800–807, 2003.

Nussio, L. C. Avaliação de cultivares de milho (Zeamays L.) para ensilagem através da composição química e digestibilidade in situ. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997. 58p. **Dissertação**

(Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997.

Nussio, L.G.; Simas, J.M.C.; Lima, M. M. Determinação do ponto de maturidade do milho para silagem. In: Luiz Gustavo Nussio; Maity Zopollato; José Carlos de Moura. (Org.). **Anais...** 2º Workshop sobre milho para silagem. 1 ed. Piracicaba-SP: FEALQ v. 1, p. 11-26, 2001.

Nussio, L.G.; Paziani, S.F.; Nussio, C.M.B. Ensilagem de capins tropicais. In: reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 39. Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, P.60-83, 2002.

Oliveira, A.C., A.J.V. Pires, H.C. Oliveira, N.M.S. Pates, N.C. FONCECA, G.G.P CARVALHO e A.B. Oliveira. Composição nitrogenada de silagens de gramíneas tropicais tratadas com uréia. **Arquivos de Zootecnia**, 56: 15-21, 2007.

Oliveira, L.B.; Pires, A.J.V.; Carvalho, G.G.P.; Ribeiro, L.S.O.; Almeida, V.V.; Peixoto, C.A.M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo - Sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.1, p.61-67, 2010.

Oliveira, Marcos. avaliação das perdas na ensilagem de milho em diferentes estádios de maturação, **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p. 319-325, 2013.

Owens, D; M. McGee, T. Boland, P. O’Kiely, Intake, rumen fermentation and nutrient flow to the omasum in beef cattle fed grass silage fortified with sucrose and/or supplemented with concentrate, **Animal Feed Science and Technology**, Volume 144, Issues 1–2, p 23-43, 2008.

Owens, F.N., e M. Basalan. Limits to ruminal and post ruminal starch digestion and energetic efficiency. Proceedings of International Congresso on Beef Cattle. 2012.

Owens, F.N., Zinn, R.A. e Kim, Y.K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, 63: 1634–1648. 1986.

Pahlow, G., R. E. Muck, F. Driehuis, S. J. W. H. Oude Elferink, and S. F. Spoelstra. Microbiology of ensiling. **Silage Science and Technology**.P. 31-93. 2003.

Phillip, L.E.; Fellner, V. Effects of bacterial inoculation of high- moisture ear corn on its aerobic stability, digestion, and utilization for growth by beef steers. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.70, n.10, p.3178-3187, 1992.

Pinto, Andréa Pereira et al. Avaliação da silagem de bagaço de laranja e silagem de milho em diferentes períodos de armazenamento. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 4, p. 371-377, 2007.

Pitt, R.E.; Muck, R.E.; Pickering, N.B. A model of aerobic fungal growth in silage.2.Aerobic stability. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.46, n.3, p.301-312, 1991.

Rabelo, C. H. S.; Rezende, A. V.; Nogueira, D. A.; Rabelo, F. H. S.; Senedese, S. S.; Vieira, P. F.; Barbosa, L. A.; Carvalho, A. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbica de silagens de milho inoculadas com bactérias ácido-láticas em diferentes estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 3, p. 656-668, 2012.

Reis, R.A.; Rosa, B. Suplementação volumosa: conservação do excedente das pastagens. In: simpósio sobre manejo da pastagem, 18., 2001,

Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, P.193-232. 2001.

Restle, J.; Neumann, M.; Brondani, I. L.; Pascoal, L. L.; Silva, J. H. S.; Pellegrini, L. G.; Souza, A. N. M. Manipulação da altura de corte da planta de milho (Zeamays L.) para ensilagem visando a produção do novilho super precoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1235-1244, 2002.

Roberge, M., P. Savoie, and E. Norris. Evaluation of a crop processor in a pull-type forage harvester. **American Society of Agricultural Engineers** 41(4):967–972. 1998.

Roth, A.P.T.P., Siqueira, G.R., Rabelo, C.H.S., Moretti, M.H., Härter, C.J., Resende, F.D., Reis, R.A. Effect of days post burning and calcium oxide on the fermentation, aerobic stability, and nutritional characteristics of sugarcane silage for finishing Nellore steers. **Grass Forage Science** 73, 671–68. 2018.

Sanderson, M. A. Aerobic stability, and in vitro fiber digestibility of microbially inoculated corn and sorghum silage. **Journal of Animal Science**. 71:505–514. 1993.

Schurig, M., and G. Rodel. Power consumption and the effect of corn crackers. ASAE paper no. 931586. **American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, MI. 1993.

Silva, N.C., Nascimento, C.F., Campos, V.M.A., Alves, M.A.P., Resende, F.D., Daniel, J.L.P., Siqueira, G.R. Influence of storage length and inoculation with *Lactobacillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of high-moisture corn and rehydrated corn grain silage. **Animal Feed Science and Technology**, 251, 124–133. 2019.



Silva, B.C.; Pereira, O.G.; Pereira, D.H. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes e ganho de peso de bovinos de corte alimentados com silagem de *Brachiaria brizantha* e concentrado em diferentes proporções. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1060-1069, 2005.

Spoelstra, S.F.; Courtin, M.G.; Van Beers, J.A.C. Aceticacid bactéria caninitiate aerobic deterioration of maize silage. **Journal of Agricultural Science**, Toronto, v. 111, p. 127–132, 1988.

Straub, R. J., R. G. Koegel, L. D. Satter, and T. J. Kraus. Evaluation of a corn silage processor. ASAE paper no. 961033. **American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, MI. 1996.

Szasz J.I., Hunt C.W., Szasz P.A., Weber R.A., Owens F.N., Kezar W., Turgeon O.A. Influence of endosperm vitreousness and kernel moisture at harvest on site and extent of digestion of high-moisture corn by feedlot steers. **Journal of Animal Science** 85: 2214-2221. 2007.

Tilley, J.M.A.; Terry, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, p.104-111, 1963.

Van Soest, P.J. and Robertson, J.B. Analysis of Forages and Fibrous Foods a Laboratory Manual for Animal Science. Cornell University, Ithaca, NY. 1985.

Velho, J. Alterações bromatológicas nas silagens de milho submetidas a crescentes tempos de exposição ao ar após “desensilagem”, **Ciência Rural** vol.36 no. 3 Santa Maria, 2006.

Vierstra, R.D. Proteolysis in plants: Mechanisms and functions. **Plant Molecular Biology, Belgium**, v.32, p.275–302, 1996

Weinberg, Z.G.; Chen, Y. Effects of storage period on the composition of whole crop wheat and corn silages: short communication. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 185, n. 3/4, p. 196–200, 2013.

Windle, M. C., Walker, N., & Kung Jr, L. Effects of an exogenous protease on the fermentation and nutritive value of corn silage harvested at different dry matter contents and ensiled for various lengths of time. **Journal of Dairy Science**, 97(5), 3053-3060. 2014.

Woolford, M.K. The silage fermentation. New York: Marcel Dekker, 350 p.1984.

Yan, J., Y. Gao, W. Wang, and S. Mu. Variation law of whole plant corn silage nutritional quality under different storage periods. **J. Northwest A. F. Univ.** (Nat. Sci. Ed.) 37:75–80. 2009.

Young, K.M.; LIM, J.M.; DerBEDrosian, M.C.; Kung, L. Jr. Effect of exogenous protease enzymes on the fermentation and nutritive value of corn silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95 n. 11, p. 6687-6694, 2012.

Zanette, P.M., Neumann, M., Faria, M.V., Ueno, R.K., Marafon, F., Durman, T. Valor nutricional e perdas durante a fermentação de silagens de milho (*Zea mays* L.) com açúcar ou inoculante. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** 11: 178-189. 2012.

Zobell, D. R.; Olson, K. C.; Wiedmeier, R. D. Processed Corn Silage Effects on Digestibility and Production of Growing Beef Replacement Heifers Department of Animal. **Dairy and Veterinary Sciences**. AG/2004/Beef-03, 2004.